

JP11167038 Biblio Page 1 Drawing

esp ce

DISPERSED SHIFT OPTICAL FIBER

Patent Number: JP11167038
Publication date: 1999-06-22
Inventor(s): SASAOKA HIDEYORI; KATOU TAKATOSHI
Applicant(s): SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
Requested Patent: ☐ JP11167038
Application Number: JP19970335648 19971205
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B6/16; G02B6/22
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce loss due to a microbend and to reduce the generation of a nonlinear phenomenon by specifying the absolute value of wavelength dispersion in a specified wavelength to a specified value and specifying the value of a specified parameter to the specified value.
SOLUTION: In the dispersed shift optical fiber, the ring-like area of a refractive index n_2 is provided around the center area of the refractive index n_1 and the clad area of the refractive index n_3 is provided around it. With the refractive index n_3 of the clad area as a standard, the specific refractive index difference of the center area is -0.4% and the specific refractive index difference of the ring-like area is $+1.2\%$. Relating to the dispersed shift optical fiber, at the wavelength 1550 nm, the absolute value of the wavelength dispersion is ≤ 5 ps/nm/km. Also, based on a mode field radius w_0 and an effective cross section area A_{eff} defined by Petermann-I, the value of the parameter k_0 defined by $k_0 = A_{eff} / (\pi \cdot w_0^2)$ is ≥ 0.8 .

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-167038

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/16
6/22

識別記号

F I

G 0 2 B 6/16
6/22

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-335648

(22) 出願日 平成9年(1997)12月5日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 笹岡 英資

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 加藤 考利

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

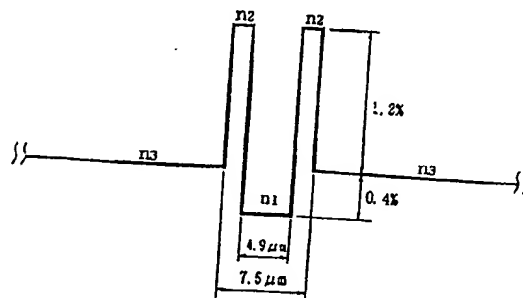
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 分散シフト光ファイバ

(57) 【要約】

【課題】 マイクロベンドに依る損失が小さく且つ非線形現象の発生を低減することができる分散シフト光ファイバを提供する。

【解決手段】 屈折率 n_1 の中央領域の周囲に屈折率 n_2 のリング状領域が設けられ、更にその周囲に屈折率 n_3 のクラッド領域が設けられている。波長 $1.55\mu\text{m}$ において、分散値が 2.5ps/nm/km であり、分散スロープが $0.085\text{ps/nm}^2/\text{km}$ であり、実効断面積 A_{eff} が $80\mu\text{m}^2$ であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} が $5.5\mu\text{m}$ であり、 $k_{01} = A_{\text{eff}}/(\pi \cdot w_{01}^2)$ なる式に基づいて得られるパラメータ k_{01} の値は 0.84 である。直径 20mm のリールに巻き付けたときの損失増加は 0.1dB/m であり、表面にサンドペーパーを取り付けた直径 280mm のリールに巻き付けたときの損失増加は 0.2dB/km である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長1550nmにおいて、波長分散の絶対値が 5ps/nm/km 以下であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} と実効断面積 A_{eff} とに基づいて

$$k_{01} = A_{\text{eff}} / (\pi \cdot w_{01}^2)$$

なる式で定義されるパラメータ k_{01} の値が0.8以上であることを特徴とする分散シフト光ファイバ、

【請求項2】 前記実効断面積 A_{eff} が $70\mu\text{m}^2$ 以上であることを特徴とする請求項1記載の分散シフト光ファイバ、

【請求項3】 前記波長分散の絶対値が 0.5ps/nm/km 以上であることを特徴とする請求項1記載の分散シフト光ファイバ、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、WDM伝送等に用いられる分散シフト光ファイバに関するものである。

【0002】

【従来の技術】分散シフト光ファイバは、波長1.55 μm 帯にゼロ分散波長を有する光ファイバであり、波長1.55 μm 帯の多波長信号光を光伝送するWDM伝送等に好適に用いられる。分散シフト光ファイバは、多波長信号光を伝送するものであることから、大きな強度の光を伝送する際に生じる自己位相変調、相互位相変調および四光波混合などの非線形現象の発生を抑制して、信号光の歪みを低減することが要求されている。このような要求を満たすべく、特開平8-248251号公報に記載の技術は、光ファイバの実効断面積が $70\mu\text{m}^2$ 以上となるような屈折率プロファイルとすることにより、その光ファイバにおける非線形現象の発生を抑制を図っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記公報に記載の従来例では、光ファイバの光軸に垂直な断面における光強度分布または電磁界分布（以下では、単に「分布」と呼ぶ。）は光ファイバのコア中心において最大となっている。このような分布を保ったまま実効断面積を拡大するには、分布の裾野を拡げる必要があり、上記従来例では、中央セグメントの外側に他のセグメントを設けることにより分布の裾野を拡げている。

【0004】しかしながら、実効断面積を拡大するために分布の裾野を拡げると、同時にモードフィールド径も拡大される。そして、モードフィールド径が大きくなるとマイクロバンドに依る損失は増大することが知られている。すなわち、実効断面積を拡大すると、マイクロバンドに依る損失は増大する。したがって、非線形現象の発生を抑制する為に実効断面積を大きくした光ファイバは、光ケーブル製造時等において外力が加えられると損失が増加するという問題点がある。

【0005】本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、マイクロバンドに依る損失が小さく且つ非線形現象の発生を低減することができる分散シフト光ファイバを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係る分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおいて、波長分散の絶対値が 5ps/nm/km 以下であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} と実効断面積 A_{eff} とに基づいて

$$k_{01} = A_{\text{eff}} / (\pi \cdot w_{01}^2)$$

なる式で定義されるパラメータ k_{01} の値が0.8以上であることを特徴とする。この分散シフト光ファイバによれば、モードフィールド径を小さい値に保ったまま実効断面積を拡大することができ、マイクロバンドに依る損失は小さく、非線形現象の発生は低減される。

【0007】また、本発明に係る分散シフト光ファイバでは、実効断面積 A_{eff} が $70\mu\text{m}^2$ 以上であることを特徴とする。この場合には、非線形現象の発生を抑制するのに好適である。

【0008】また、本発明に係る分散シフト光ファイバでは、波長分散の絶対値が 0.5ps/nm/km 以上であることを特徴とする。この場合には、非線形現象の1つである四光波混合の発生を抑制するのに好適である。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。尚、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0010】本発明に係る分散シフト光ファイバは、波長1550nmにおいて、波長分散の絶対値が 5ps/nm/km 以下であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} と実効断面積 A_{eff} とに基づいて

$$k_{01} = A_{\text{eff}} / (\pi \cdot w_{01}^2) \quad \dots(1)$$

なる式で定義されるパラメータ k_{01} の値が0.8以上である。なお、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} は、光ファイバの光軸からの距離 ρ および電界分布 $E(\rho)$ に基づいて、

【数2】

$$w_{01}^2 = 2 \cdot \frac{\int_0^\infty E^2(\rho) \cdot \rho^2 \cdot \rho \cdot d\rho}{\int_0^\infty E^2(\rho) \cdot \rho \cdot d\rho} \quad \dots(2)$$

なる式で定義される。

【0011】このような構成としたことにより、この分散シフト光ファイバのモードフィールド径を小さい値に保ったまま実効断面積を拡大することができ、マイクロバンドに依る損失は小さく、非線形現象の発生は低減さ

れる。また、実効断面積 A_{eff} が $70\mu m^2$ 以上である場合には、非線形現象の発生を抑制するのに好適である。また、波長分散の絶対値が $0.5ps/nm/km$ 以上である場合には、非線形現象の1つである四光波混合の発生を抑制するのに好適である。以下に3つの実施例について説明する。

【0012】先ず、第1の実施例について説明する。図1は、第1の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

【0013】この分散シフト光ファイバは、屈折率 n_1 の中央領域の周囲に屈折率 n_2 のリング状領域が設けられ、更にその周囲に屈折率 n_3 のクラッド領域が設けられている。中央領域の外径は $4.9\mu m$ であり、リング状領域の外径は $7.5\mu m$ であり、クラッド領域の外径は $12.5\mu m$ である。各屈折率の大小関係は、

$$[数3] \quad n_1 < n_3 < n_2 \quad \dots(3)$$

であり、また、クラッド領域の屈折率 n_3 を基準として、中央領域の比屈折率差は -0.4% であり、リング状領域の比屈折率差は $+1.2\%$ である。

【0014】この分散シフト光ファイバの波長 $1.55\mu m$ における諸特性は以下のとおりである。分散値は $2.5ps/nm/km$ であり、分散スロープは $0.085ps/nm^2/km$ であり、実効断面積 A_{eff} は $80\mu m^2$ であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} は $5.5\mu m$ であった。そして、上記(1)式に基づいて得られるパラメータ k_{01} の値は 0.84 であった。なお、この分散シフト光ファイバと同等の分散値および実効断面積を有する従来の光ファイバにおいて、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} の典型値は $6.5\mu m$ であり、パラメータ k_{01} の値は 0.60 である。

【0015】マクロベンドに依る損失増加を評価するため、直径 $20mm$ のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて波長 $1.55\mu m$ における損失を評価した。その結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.1dB/m$ であったのに対して、従来の光ファイバの損失増加は $2.0dB/m$ であった。すなわち、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、マクロベンドに依る損失増加が低減されていることが確認された。

【0016】また、マイクロベンドに依る損失増加を評価するため、表面にサンドペーパーを取り付けた直径 $280mm$ のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて、巻き付けの前および後それぞれで波長 $1.55\mu m$ における損失を評価した。その結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.2dB/km$ であったのに対して、従来の光ファイバの損失増加は $11.2dB/km$ であった。すなわち、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、マイクロベンドに依る損失増加も大幅に低減されていることが確認された。

【0017】次に、第2の実施例について説明する。図2は、第2の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

【0018】この分散シフト光ファイバは、屈折率 n_1 の中央領域の周囲に順に、屈折率 n_2 のリング状領域、屈折率 n_3 のディプレストクラッド領域、および、屈折率 n_4 のクラッド領域が設けられている。中央領域の外径は $5.4\mu m$ であり、リング状領域の外径は $9.0\mu m$ であり、ディプレストクラッド領域の外径は $18.0\mu m$ であり、クラッド領域の外径は $12.5\mu m$ である。各屈折率の大小関係は、

$$[数4] \quad n_1 = n_3 < n_4 < n_2 \quad \dots(4)$$

であり、また、クラッド領域の屈折率 n_4 を基準として、中央領域およびディプレストクラッド領域それぞれの比屈折率差は -0.4% であり、リング状領域の比屈折率差は $+1.1\%$ である。

【0019】この分散シフト光ファイバの波長 $1.55\mu m$ における諸特性は以下のとおりである。分散値は $2.3ps/nm/km$ であり、分散スロープは $0.076ps/nm^2/km$ であり、実効断面積 A_{eff} は $80\mu m^2$ であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} は $5.4\mu m$ であった。そして、上記(1)式に基づいて得られるパラメータ k_{01} の値は 0.87 であった。

【0020】マクロベンドに依る損失増加を評価するため、直径 $20mm$ のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて波長 $1.55\mu m$ における損失を評価した。その結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.02dB/m$ であり、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、マクロベンドに依る損失増加が低減されていることが確認された。

【0021】また、マイクロベンドに依る損失増加を評価するため、表面にサンドペーパーを取り付けた直径 $280mm$ のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて、巻き付けの前および後それぞれで波長 $1.55\mu m$ における損失を評価した。その結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.1dB/km$ であり、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、マイクロベンドに依る損失増加も大幅に低減されていることが確認された。

【0022】次に、第3の実施例について説明する。図3は、第3の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

【0023】この分散シフト光ファイバは、屈折率 n_1 の中央領域の周囲に順に、屈折率 n_2 の第1リング状領域、屈折率 n_3 のディプレストクラッド領域、屈折率 n_4 の第2リング状領域、および、屈折率 n_5 のクラッド領域が設けられている。中央領域の外径は $4.6\mu m$ であり、第1リング状領域の外径は $8.9\mu m$ であり、ディプレストクラッド領域の外径は $13.4\mu m$ であり、

5

第2リング状領域の外径は $17.8\mu\text{m}$ であり、クラッド領域の外径は $125\mu\text{m}$ である。各屈折率の大小関係は、

【数5】

$$n1 = n3 < n5 < n4 < n2 \quad \dots(5)$$

であり、また、クラッド領域の屈折率 $n5$ を基準として、中央領域およびディプレストクラッド領域それぞれの屈折率差は -0.4% であり、第1リング状領域の屈折率差は $+0.78\%$ であり、第2リング状領域の屈折率差は $+0.30\%$ である。

【0024】この分散シフト光ファイバの波長 $1.55\mu\text{m}$ における諸特性は以下のとおりである。分散値は $2.3\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ であり、分散スロープは $0.07\text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$ であり、実効断面積 A_{eff} は $100\mu\text{m}^2$ であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} は $6.1\mu\text{m}$ であった。そして、上記(1)式に基づいて得られるパラメータ k_{01} の値は 0.85 であった。

【0025】マクロベンドに依る損失増加を評価するため、直径 20mm のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて波長 $1.55\mu\text{m}$ における損失を評価した。その結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.5\text{dB}/\text{m}$ であり、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、実効断面積 A_{eff} が $100\mu\text{m}^2$ と大きいにも拘わらずマクロベンドに依る損失増加が低減されていることが確認された。

【0026】また、マイクロベンドに依る損失増加を評価した結果、この分散シフト光ファイバの損失増加は $0.8\text{dB}/\text{km}$ であり、本実施例に係る分散シフト光ファイバは、実効断面積 A_{eff} が $100\mu\text{m}^2$ と大きいにも拘わらずマイクロベンドに依る損失増加が実用上問題の無いレベルにまで低減されていることが確認された。

【0027】次に、マイクロベンドに依る損失増加量とパラメータ k_{01} の値との関係について説明する。図4は、実効断面積が $80\mu\text{m}^2$ である分散シフト光ファイバにおけるマイクロベンドに依る損失増加量とパラメータ k_{01} の値との関係を示すグラフである。マイクロベンドに依る損失増加は、表面にサンドペーパーを取り付けた直径 280mm のリールに分散シフト光ファイバを巻き付けて、巻き付けの前および後それぞれで波長 $1.55\mu\text{m}$ における損失を評価した。

6

【0028】このグラフから判るように、パラメータ k_{01} の値が大きいほど、マイクロベンドに依る損失増加量は低減される。一方、分散シフト光ファイバが使用されるケーブル形態においては、マイクロベンドに依る損失増加量が $1\text{dB}/\text{km}$ 以下であれば、ケーブル化工程およびケーブル信頼性評価試験において有意の損失増加は認められない。以上より、ケーブル状態における特性を維持する為には、パラメータ k_{01} の値は 0.8 以上であることが必要であることが判る。

10 【0029】本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、図1～図3それぞれに示した屈折率プロファイルは例示であって、本発明に係る分散シフト光ファイバを実現するための屈折率プロファイルは他にも種々の態様のものが有り得る。

【0030】

【発明の効果】以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、波長 1550nm において、波長分散の絶対値が $5\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下であり、Petermann-Iで定義されるモードフィールド半径 w_{01} と実効断面積 A_{eff} とに基づいて

$$k_{01} = A_{\text{eff}} / (\pi \cdot w_{01}^2)$$

なる式で定義されるパラメータ k_{01} の値が 0.8 以上であることを特徴としたので、モードフィールド径を小さい値に保ったまま実効断面積を拡大することができ、マイクロベンドに依る損失は小さく、非線形現象の発生は低減される。

【0031】また、実効断面積 A_{eff} が $70\mu\text{m}^2$ 以上である場合には、非線形現象の発生は有効に抑制される。また、波長分散の絶対値が $0.5\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以上である場合には、非線形現象の1つである四光波混合の発生は有効に抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

【図2】第2の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

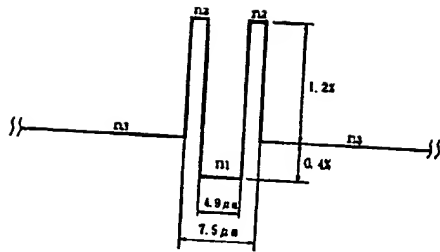
【図3】第3の実施例に係る分散シフト光ファイバの屈折率プロファイル図である。

40 【図4】実効断面積が $80\mu\text{m}^2$ である分散シフト光ファイバにおけるマイクロベンドに依る損失増加量とパラメータ k_{01} の値との関係を示すグラフである。

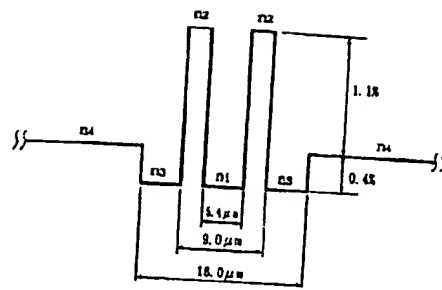
(5)

特開平11-167038

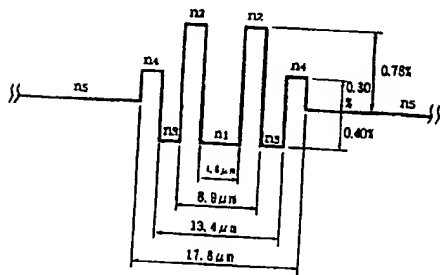
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

